

**Das Elektrokardiogramm
und die zeitliche Herzdynamik bei Mitralvitien
und angeborenen Herzfehlern mit Links-Rechts-Shunt**

von

Wolfgang Sipli

aus

Königsberg/Ostpreußen

1969 № 306



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546217_0135

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

**Das Elektrokardiogramm
und die zeitliche Herzdynamik bei Mitralvitien
und angeborenen Herzfehlern mit Links-Rechts-Shunt**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



vorgelegt

von

Wolfgang Sipli

aus

Königsberg/Ostpreußen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. A. Kröncke

Referent: Prof. Dr. C. Korth

Tag der mündlichen Prüfung: 29.7.1969

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Material	3
Methodik	3
Statistische Prüfmethoden	5
Minimal-, Maximal- und Mittelwert elektrokardio- graphischer und haemodynamischer Parameter bei verschiedenen Erkrankungen des Herzens.	7
Beziehungen zwischen den Befundmerkmalen der zeitlichen Herzdynamik und der elektrokardiogra- phischen Parameter bei verschiedenen Erkrankungen des Herzens	10
Korrelatives Verhalten verschiedener Parameter aus beiden Meßprinzipien	26
Normale und pathologische Befunde bei den ver- schiedenen Herzfehlern	33
Konkordantes und diskordantes Verhalten elektro- kardiographischer und herzdynamischer Befunde. .	37
Graphische Darstellungen	43
Diskussion	50
Zusammenfassung	54
Literaturverzeichnis	55

Das Elektrokardiogramm und die zeitliche Herzdynamik
bei Mitralvitien und angeborenen Herzfehlern mit
Links-Rechts-Shunt.

Das Elektrokardiogramm ist die Aufschrift der Aktionspotentiale des Herzens. Mit seiner Hilfe ist eine Analyse der Erregungsbildung und Erregungsleitung des Herzens möglich. Nach der geltenden Lehrmeinung sind dagegen über die mechanische Arbeit des Herzens aus dem Elektrokardiogramm keine zuverlässigen Aufschlüsse zu erhalten. Es liegt jedoch nahe, bei der im allgemeinen engen Koppelung zwischen Erregung und Kontraktion nach definierbaren Beziehungen zwischen dem Elektrokardiogramm und der Dynamik des Herzens zu suchen. Zumal SCHMIDT (15) in seiner Monographie den Nachweis erbringen konnte, daß das Elektrokardiogramm als Spiegel langandauernder pathophysiologischer hämodynamischer Vorgänge betrachtet werden kann. Können sich solche Zusammenhänge bestätigen lassen, würde dies zweifellos eine Hilfe bei der Beurteilung von Herzfehlern bedeuten. Es bereitet heute zwar keine besonderen Schwierigkeiten, exakt Aufschluß über die Herzdynamik bei Herzfehlern zu erhalten, aber die Methoden sind aufwendig und für den Patienten nicht immer gefahrlos. Die Rückführung dieser eingreifenden, nur Spezialkliniken vorbehaltenen Methoden (Herzkatheter, Angiographie), auf einfache, den Patienten nicht belästigende Untersuchungen, wäre für den Kranken und den Arzt dann wünschenswert, wenn es gelänge, ihre ausreichende Aussagekraft zu beweisen. In diesem Zusammenhang erscheint es uns interessant, daß man auch im angloamerikanischen Schrifttum (19) immer mehr auf unblutige indirekte Methoden zurückgreift, was SCHÖLMEIER (16) zu der Feststellung veranlaßt, man habe in Amerika die indirekten Meßmethoden wiederentdeckt.

Zur Bestimmung hämodynamischer Befunde auf unblutige Art wurden vor allem die sphygmographischen Methoden benutzt, die aus der Synopsis von Elektrokardiogramm, Herzschall und Arterienpulskurven wichtige herzdynamische Parameter errechnen lassen.

v.DUNGERN (5) mißt aus Elektrokardiogramm und Phonokardiogramm die Anspannungszeit vom Beginn der Q-Zacke bis zum Beginn des Austreibungsteils des ersten Herztons und die Austreibungszeit vom Beginn des Austreibungstones bis zum Beginn des zweiten Herztons. Die praktische Anwendung dieser Methode scheitert an der oft sehr schwierigen Abgrenzung des Austreibungsteils im Hauptsegment des ersten Herztons.

REINDELL und KLEPZIG (14) gehen von synchron registrierten Herzstrom-Carotis- und Femoralispulskurven aus, um die Herzdynamik zu bestimmen. Da aber der meßtechnische Aufwand hier erheblich ist, findet auch diese Methode wenig Anwendung.

MAASS (12) empfiehlt folgendes Vorgehen, wenn die technischen Gegebenheiten eine synchrone Registrierung von nur zwei Vorgängen gestatten: In einer ersten Schreibung werden Elektrokardiogramm und Carotispulskurve, in einer zweiten Carotispulskurve und Phonokardiogramm registriert. Diese Methode führt zu einer erhöhten Fehlerbreite auch bei normalem Sinusrhythmus, bei arrhythmischer Herztätigkeit ist ihre Anwendung unmöglich. Eine weitere Möglichkeit, Aufschluß über die zeitliche Herzdynamik, besonders über die Teilphasen der Anspannungszeit, zu bekommen, wird von HOLLDACK (9) angegeben. Die Anwendung auch dieser Methode scheitert gelegentlich an der Schwierigkeit, den Beginn des Hauptsegments des ersten Herztons festzulegen.

Eine Methode, die bei sorgfältiger Registrierung der Kurven hinreichende Genauigkeit bei erträglichem apparativen und rechnerischem Aufwand bietet, ist die von BLUMBERGER (18) angegebene. Sie hat sich in den letzten Jahren am meisten durchgesetzt.

In dieser Arbeit soll untersucht werden, ob elektrokardiographische Meßgrößen von denen man Aussagen über die Haemodynamik erwartet, Beziehungen zu den Meßergebnissen des zeitlichen Ablaufes der Herzmechanik aufweisen.

Material

Es wurden 49 Patienten, zum Teil mehrmals untersucht, sodaß unseren Befunden insgesamt 86 Fälle zu Grunde liegen. Es handelte sich um 36 Frauen und 13 Männer, die sich zum Zeitpunkt der Untersuchung in der Bettenstation der MEDIZINISCHEN POLIKLINIK zur stationären Behandlung ihrer Erkrankung befanden. Wenn ein Patient mehrmals untersucht wurde, so lag zwischen den einzelnen Untersuchungen ein Zeitraum von 1/2 - 1 Jahr. Daher kann in diesen Fällen durchaus eine Änderung der haemodynamischen Situation eingetreten sein. Es handelt sich im einzelnen um folgende Herzvitien:

		<u>Patienten</u>	<u>Fälle</u>
1.)	<u>Mitralvitien</u>		
a)	Mitralstenosen (MS)	17	25
b)	Mitralinsuffizienzen (MI)	3	5
c)	Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienzen (MS/MI)	15	31
d)	Mehrklappenfehler mit Überwiegen des Mitral- vitiums	5	11
2.)	<u>Vitien mit links-rechts Shunt</u>		
a)	Vorhofseptumdefekt (ASD)	7	11
b)	Kammerseptumdefekt (VSD)	2	3
		49	86

Methodik

Mit dem Siemens-Cardirex-Düsen-Schreiber wurden von diesen Patienten folgende EKG-Ableitungen aufgezeichnet (Schreibgeschwindigkeit 50 mm/sec.):

- 1.) die bipolaren Extremitäten-Ableitungen (I, II, III) nach Einthoven
- 2.) die "unipolaren" Extremitäten-Ableitungen (aVR, aVL, aVF) nach Goldberger
- 3.) die Brustwandableitungen $V_1 - V_6$ nach Wilson.

Zur Bestimmung der Herzdynamik wurden synchron registriert:

- 1.) ein Phonokardiogramm, in vier Frequenzabstimmungen
($t = 35 \text{ Hz}$, $m_1 = 70 \text{ Hz}$, $m_2 = 140 \text{ Hz}$, $h_1 = 250 \text{ Hz}$)
- 2.) eine Carotispulskurve,
- 3.) eine Herzstromkurve.

Aus dem Elektrokardiogramm wurden folgende Meßgrößen bestimmt:

- 1.) PQ - Zeit
- 2.) R in mV
- 3.) QRS - Dauer
- 4.) absolute QT - Dauer
- 5.) frequenzbezogene QT - Dauer = QT_{rel} (aus dem Diagramm nach HOLZMANN und HEGGLIN (8))
- 6.) Dauer und Amplitude der P-Welle
- 7.) " " " " Q-Zacke
- 8.) " " " " S-Zacke
- 9.) " " " " T-Welle
- 10.) oberer Umschlagspunkt links präkordial = OUP_{li}
- 11.) " " rechts " = OUP_{re}
- 12.) Reindeil-Index (Differenz: $OUP_{li} - OUP_{re}$)
- 13.) Sokolow-Index (S-Amplitude in $V_1 + R$ - Amplitude in V_5)
- 14.) R/S - Quotient fortlaufend von $V_1 - V_6$
- 15.) prozentuales Verhältnis von R zu R+S fortlaufend in $V_1 - V_6$ (15)
- 16.) Q-, R-, S-, T-, ST-Potentiale in allen sechs Brustwandableitungen
- 17.) Die Richtung der Herzachse wurde nach CABRERA und MONROY (4) mit Hilfe des Einthoven'schen Dreiecks bestimmt. Sie ist in Winkelgraden definiert, d.h. in jenem Winkel (α), den die elektrische Herzachse mit der Horizontalen bildet.
- 18.) Ferner wurde die P-Welle nach charakteristischen Veränderungen untersucht (z.B. P-sinistro-cardiale, P-dextro-cardiale).
- 19.) Das Elektrokardiogramm wurde außerdem noch darauf untersucht, ob Splitterungen oder Schenkelblockbilder in den einzelnen Ableitungen vorhanden waren.
- 20.) Als ein neues Zeichen für eine beginnende Linksbelastung wird das von SO (17) beschriebene T-in- V_1 größer als T-in- V_6 -Syndrom angegeben. Auch das Vorhandensein dieses Syndroms haben wir geprüft.

Aus Phonokardiogramm, Elektrokardiogramm und Carotispulskurve wurden die nachstehenden haemodynamischen Werte nach der Methode von BLUMBERGER ermittelt. Danach ergibt sich die Gesamtsystole (A + S) aus der Distanz Q-Zacke des Elektrokardiogramms bis Beginn des nachfolgenden zweiten Herztons, - die Austreibungszeit (S) aus der Distanz Fußpunkt der Carotispulskurve bis zur Incisur der Carotispulskurve, - die Umformungszeit (UZ) aus der Distanz Q-Zacke bis Hauptsegment des ersten Herztons und die Diastolendauer (D) aus der Distanz Beginn des vorangehenden zweiten Herztons bis zum Beginn der Q-Zacke des Elektrokardiogramms. Die Anspannungszeit (A) ergibt sich dann aus der Differenz (A + S) - S, die Dauer einer Herzaktion (T) aus der Summe D + (A + S) und die Druckanstiegszeit (DAZ) aus der Differenz A - UZ. Die Pulsfrequenz (F) wurde nach der Formel $F = 60 \times 1000/T$ bestimmt. Die frequenzbezogene Austreibungszeit (S relativ) wurde aus einem Diagramm (18) bestimmt. Ferner wurden noch die Quotienten $Q_1 = S/A$ und $Q_2 = D/S$ gebildet.

Es wurden aus jeweils fünf Herzaktionen sämtliche haemodynamischen Werte gemessen und aus den Einzelwerten das arithmetische Mittel gebildet. Bei Vorliegen einer Arrhythmie wurden mindestens zehn Herzaktionen ausgewertet.

Statistische Prüfmethode

Das korrelative Verhalten wurde mittels des Vierfeldertests (7) untersucht. Wenn die zu vergleichenden Parameter allgemein mit x und y bezeichnet werden und die Verteilung ihrer Werte in der Vierfeldertabelle mit a,b,c und d, so ergibt sich für die Vierfelderverteilung z.B. folgendes Bild:

		y		
		normal	verlängert	zusammen
x	normal	a	b	a + b
	verlängert	c	d	c + d
	zusammen	a + c	b + d	

Der Korrelationskoeffizient r wird nach der Formel

$$r = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}} \text{ berechnet.}$$

Es laßt sich mathematisch beweisen, daß der Korrelationskoeffizient immer zwischen den Grenzen von -1 und $+1$ liegen muß, wobei diese beiden Grenzwerte inbegriffen sind. Ein Korrelationskoeffizient von $+1$ bedeutet einen völlig gesetzmäßigen Zusammenhang beider Reihen in der Art, daß ein Steigen der einen auch ein Steigen der anderen um proportionale Differenzen zur Folge hat, während ein Korrelationskoeffizient von -1 ein genau entgegengesetztes gesetzmäßiges Verhalten bedeutet, bei dem jedem Steigen in der einen Reihe ein proportionales Sinken in der anderen entspricht; in diesen beiden Fällen besteht somit ein fester Zusammenhang zwischen beiden Reihen und hat zur Folge, daß man, wenn man einen einzelnen Wert von x kennt, den dazugehörigen von y genau angeben kann. Liegt indessen r zwischen den Grenzen von -1 und $+1$, ohne einen dieser beiden Grenzwerte zu erreichen, dann besteht kein völliger Zusammenhang zwischen x und y , sondern nur ein durchschnittlicher, der umso zuverlässiger gilt, je näher r einem der beiden Grenzwerte kommt. Wenn $r = 0$, dann besteht überhaupt kein Zusammenhang zwischen x und y , d.h. zu einem überdurchschnittlichen x kann ebensogut ein überdurchschnittliches wie ein unterdurchschnittliches y gehören.

Die Normalwerte der mit der Vierfeldertabelle zu vergleichenden Parameter wurden einer Arbeit von LANG (11) entnommen.

Einige elektrokardiographische und haemodynamische Befundmerkmale wurden graphisch dargestellt, um einen Einblick in eventuelle numerische Korrelationen zu gewinnen.

Wenn orientierende Untersuchungen für die Korrelationen zwischen Haemodynamik und EKG r -Werte um 0 ergaben, wurde auf die weitere Bearbeitung dieser Parameterpaare verzichtet.

Ergebnisse

1. Minimal-, Maximal- und Mittelwert elektrokardiographischer und haemodynamischer Parameter bei verschiedenen Erkrankungen des Herzens.

Wie aus Tabelle 1 zu sehen ist, neigen sowohl die Mitralklappenfehler als auch die Fehler mit einem links-rechts-Shunt auf Vorhof- und Ventrikel Ebene zu einer Verbreiterung des QRS-Komplexes über 0,1 sec. Am deutlichsten trifft das für den Vorhofseptumdefekt, den Ventrikelseptumdefekt und die Mitralinsuffizienz zu. Der Mittelwert der QRS-Dauer liegt bei diesen Vitien zwischen 0,11 und 0,104 sec. Die frequenzbezogene QT-Dauer zeigt sich im wesentlichen unauffällig. Lediglich beim Ventrikelseptumdefekt erhalten wir mit 113,3 % einen Mittelwert, der außerhalb der normalen Streubreite liegt. Die Differenz aus links präkordialer und rechts präkordialer endgültiger Negativitätsbewegung liegt bei keinem der geprüften Fehler im Mittel über 0,032, sodaß aus diesem Index (Reindell-Index) nicht unbedingt eine Belastung des linken Herzens abgeleitet werden kann, wenn auch die Maximalwerte bei der Mitralstenose und beim kombinierten Mitralfehler, aber auch beim Vorhofseptumdefekt über dem Grenzwert von 0,032 liegen. Aus dem Sokolow-Index für den Nachweis einer Linkshypertrophie kann nur bei den Mehrklappenfehlern ein pathologischer Mittelwert eruiert werden. Mit 3,564 mV liegt der Sokolow-Index im Mittel eben über dem Grenzbereich. Der Winkel, den die Herzachse mit der Horizontalen bildet, deutet mit seinem Mittelwert bei der Mitralstenose und bei den kombinierten Mitralfehlern mit $73,5^{\circ}$ bzw. $68,26^{\circ}$ auf steiltypische Elektrokardiogramme hin. Bei den anderen Fehlern liegt die Herzachse im Bereich zwischen 30° und 60° , weist also auf ein normaltypisches Elektrokardiogramm hin. Es ist aber zu berücksichtigen, daß besonders die Mitralinsuffizienz sehr zum linkstypischen Elektrokardiogramm neigt. Mit $39,8^{\circ}$ im Mittel liegt die Herzachse bei der Mitralinsuffizienz eben im Bereich des Normaltyps. Der links präkordiale obere Umschlagspunkt liegt im Mittel bei keinem der geprüften Herzfehler über dem Grenzwert von 0,055 sec. Die höchsten Mittelwerte finden wir bei den kombinierten Mitralfehlern mit 0,04452 sec und bei den Mehrklappenfehlern mit 0,04454 sec.

Von den haemodynamischen Parametern erschienen uns besonders die Umformungszeit, die Druckanstiegszeit, die Anspannungszeit und die frequenzbezogene Austreibungszeit interessant. Die Umformungszeit liegt bei den Mitralstenosen im Mittel mit 66,76 msec am höchsten, obgleich sie den oberen Streubereich bei 75,0 msec (11) nicht überschreitet. Die niedrigste mittlere Umformungszeit fanden wir bei den Patienten mit einem Ventrikelseptumdefekt. Mit 56 msec entspricht dieser Mittelwert genau dem von LANG (11) bei Herzgesunden gefundenen Normalwert. Auch die Druckanstiegszeit überschreitet im Mittel den normalen Grenzbereich nicht. Bei den Mehrklappenfehlern und bei den kombinierten Mitralklappenfehlern wurden jedoch die höchsten Werte gefunden, so liegt die Anspannungszeit bei den Mitralstenosen mit 110,52 msec deutlich außerhalb des oberen Normbereiches. Die Mittelwerte für Atriumseptumdefekt und Ventrikelseptumdefekt liegen wohl noch im Bereich der Norm, weichen aber deutlich vom Mittelwert des Normalkollektives nach oben ab. Im Gegensatz zur Anspannungszeit zeigt die Austreibungszeit eher eine Tendenz zur Abnahme. So liegt die mittlere relative Austreibungszeit bei den Mehrklappenfehlern und bei den Patienten mit einem Ventrikelseptumdefekt unterhalb der 2-Sigma Streubreite. Der Quotient Austreibungszeit zu Anspannungszeit, der normalerweise 2,5 nicht unterschreiten sollte, liegt bei den Mitralstenosen mit 2,441 im Mittel unterhalb der normalen Streubreite.

QRS (sec) QT-eJ Reindell-Index (sec) Sokolow-Index (mv) α QUF_{Te} (sec) QUF₁₁ (sec) A (msec) UZ (msec) DAZ (msec) S_{rel} Q,

Tab. 1a

Mitralstenosen (25):

Mittelwert	0,0932	100,67%	0,00041	2,054	73,5°	0,03	0,0392	110,52	66,76	43,76	90,28%	2,441
Maximalwert	0,1200	117,00%	0,04000	4,100	94,0°	0,08	0,0600	203,00	88,00	105,00	103,00%	3,750
Minimalwert	0,0600	85,00%	-0,03000	1,100	44,0°	0,01	0,0200	60,00	26,00	4,00	48,00%	0,625

Tab. 1b

Mitralinsuffizienzen (5):

Mittelwert	0,104	103 %	0,02	2,92	39,8°	0,02	0,04	104,8	61,2	43,6	99,6 %	2,682
Maximalwert	0,120	105 %	0,03	3,10	75,0°	0,03	0,04	118,0	76,0	52,0	104,0 %	3,260
Minimalwert	0,100	100 %	0,01	2,60	4,0°	0,01	0,04	94,0	46,0	40,0	95,0 %	2,270

Tab. 1c

Mitralstenosen kombiniertmit Mitralinsuffizienzen(31):

Mittelwert	0,09645	104,6%	0,01774	2,681	68,26°	0,02709	0,04452	103,3	59,1	44,19	93,68%	2,752
Maximalwert	0,13000	115,0%	0,05000	5,000	105,0°	0,06000	0,07000	142,0	92,0	74,00	103,00%	3,970
Minimalwert	0,06000	88,0%	-0,02000	0,800	10,0°	0,01000	0,02500	68,0	22,0	4,00	80,00%	1,770

Tab. 1d

Mehrklappenfehler mitÜberwiegen des Mitrals-vitiums (11):

Mittelwert	0,1027	99,6%	0,026	3,564	58,68°	0,0209	0,04454	106,7	59,63	47,09	88,55%	2,562
Maximalwert	0,1200	103,0%	0,040	4,600	64,0°	0,0400	0,06000	146,0	92,00	74,00	115,00%	4,130
Minimalwert	0,0800	95,0%	0,010	2,500	28,0°	0,0100	0,02000	78,0	44,00	20,00	65,00%	1,220

Tab. 1e

Vorhofseptumdefekt (11):

Mittelwert	0,1127	109,8%	-0,00091	1,991	43,73°	0,03818	0,03364	93,27	62,73	30,54	93,36%	2,815
Maximalwert	0,1400	120,0%	0,04000	2,900	66,0°	0,07000	0,06000	114,00	92,00	50,00	103,00%	3,860
Minimalwert	0,0800	100,0%	-0,03000	1,000	28,0°	0,01000	0,02000	72,00	30,00	4,00	82,00%	2,180

Tab. 1f

Kammerseptumdefekt (3):

Mittelwert	0,11	113,3%	0,01667	2,167	54,33°	0,02	0,03667	88,67	56,00	32,67	89,33%	2,787
Maximalwert	0,12	115,0%	0,03000	3,200	99,0°	0,04	0,04000	110,00	74,00	38,00	94,00%	3,070
Minimalwert	0,10	110,0%	-0,01000	1,000	30,0°	0,01	0,03000	68,00	44,00	24,00	84,00%	2,490

Tab. 2a

Beziehungen zwischen den Befundmerkmalen der zeitlichen Herzdynamik und der elektrokardiographischen Parameter bei Mitralstenosen

		Q R S - Dauer		
		normal	verlängert	
Anspannungs- zeit	normal	6	6	12
	verlängert	7	6	13
		13	12	

		Q R S - Dauer		
		normal	verlängert	
S.rel.	normal	11	8	19
	verkürzt	1	5	6
		12	13	

		Reindell-Index		
		normal	vergrößert	
Anspannungs- zeit	normal	12	0	12
	verlängert	11	1	12
		23	1	

		Reindell-Index		
		normal	vergrößert	
S.rel.	normal	18	0	18
	verkürzt	5	1	6
		23	1	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Anspannungs- zeit	normal	12	0	12
	verlängert	11	2	13
		23	2	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Umformungs- zeit	normal	19	1	20
	verlängert	4	1	5
		23	2	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Druckanstiegs- zeit	normal	18	1	19
	verlängert	5	1	6
		23	2	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
S.rel.	normal	19	0	19
	verkürzt	4	2	6
		23	2	

		Sokolow-Index	
		normal	vergrößert
Q.1	normal	15	0
	vermindert	8	2
		23	2

		O U P - re.	
		normal	verspätet
Anspannungs- zeit	normal	9	3
	verlängert	8	5
		17	8

		O U P - re.	
		normal	verspätet
S.rel.	normal	12	7
	verkürzt	4	2
		16	9

		O U P - li.	
		normal	verspätet
Anspannungs- zeit	normal	12	0
	verlängert	9	4
		21	4

		O U P - li.	
		normal	verspätet
S.rel.	normal	18	2
	verkürzt	3	2
		21	4

Tab. 2b

Beziehungen zwischen den Befundmerkmalen der zeitlichen Herzdynamik und der elektrokardiographischen Parameter bei Mitralinsuffizienzen (5)

	Q R S - Dauer		
	normal	verlängert	
Anspannungszeit	normal	2	1
	verlängert	2	0
		4	1

	Q R S - Dauer		
	normal	verlängert	
S.rel.	normal	4	1
	verkürzt	0	0
		4	1

	Reindell-Index		
	normal	vergrößert	
Anspannungszeit	normal	3	0
	verlängert	2	0
		5	0

	Reindell-Index		
	normal	vergrößert	
S.rel.	normal	5	0
	verkürzt	0	0
		5	0

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
Anspannungszeit	normal	3	0
	verlängert	2	0
		5	0

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
Umformungszeit	normal	4	0
	verlängert	1	0
		5	0

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
Druckanstiegszeit	normal	5	0
	verlängert	0	0
		5	0

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
S.rel.	normal	5	0
	verkürzt	0	0
		5	0

Q.1	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
	4	0	4
	vermindert	1	0
	5	0	1

Anspannungs- zeit	O U P - re.		
	normal	verspätet	
	3	0	3
	verlängert	1	1
	4	1	2

S.rel.	O U P - re.		
	normal	verspätet	
	4	1	5
	verkürzt	0	0
	4	1	0

Anspannungs- zeit	O U P - li.		
	normal	verspätet	
	3	0	3
	verlängert	2	0
	5	0	2

S.rel.	O U P - li.		
	normal	verspätet	
	5	0	5
	verkürzt	0	0
	5	0	0

Tab. 2c

Beziehungen zwischen den Befundmerkmalen der zeitlichen Herzdynamik und der elektrokardiographischen Parameter bei Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienz (31)

	Q R S - Dauer		
	normal	verlängert	
Anspannungs- zeit	normal	6	13
	verlängert	5	7
		11	20

	Q R S - Dauer		
	normal	verlängert	
S.rel.	normal	10	14
	verkürzt	1	6
		11	20

	Reindell-Index		
	normal	vergrößert	
Anspannungs- zeit	normal	15	4
	verlängert	12	0
		27	4

	Reindell-Index		
	normal	vergrößert	
S.rel.	normal	22	3
	verkürzt	5	1
		27	4

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
Anspannungs- zeit	normal	14	5
	verlängert	9	3
		23	8

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
Umformungs- zeit	normal	20	5
	verlängert	4	2
		24	7

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
Druckan- stiegszeit	normal	14	7
	verlängert	9	1
		23	8

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
S.rel.	normal	18	5
	verkürzt	5	3
		23	8

		Sokolow-Index	
		normal	vergrößert
Q.1	normal	15	4
	vermindert	8	4
		23	8

		O U P - re.	
		normal	verspätet
Anspannungs- zeit	normal	15	3
	verlängert	7	6
		22	9

		O U P - re.	
		normal	verspätet
S.rel.	normal	17	6
	verkürzt	5	3
		22	9

		O U P - li.	
		normal	verspätet
Anspannungs- zeit	normal	13	6
	verlängert	9	3
		22	9

		O U P - li.	
		normal	verspätet
S.rel.	normal	17	7
	verkürzt	5	2
		22	9

Tab. 2d

Beziehungen zwischen den Befundmerkmalen der zeitlichen Herzdynamik und der elektrokardiographischen Parameter bei Mehrklappenfehlern mit Überwiegen des Mitralvitiums (11)

	Q R S - Dauer		
	normal	verlängert	
Anspannungszeit	normal	2	2 4
	verlängert	1	6 7
		3	8

	Q R S - Dauer		
	normal	verlängert	
S.rel.	normal	3	3 6
	verkürzt	0	5 5
		3	8

	Reindell-Index		
	normal	vergrößert	
Anspannungszeit	normal	1	2 3
	verlängert	6	1 7
		7	3

	Reindell-Index		
	normal	vergrößert	
S.rel.	normal	2	3 5
	verkürzt	5	0 5
		7	3

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
Anspannungszeit	normal	3	1 4
	verlängert	2	5 7
		5	6

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
Umformungszeit	normal	5	5 10
	verlängert	0	1 1
		5	6

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
Druckanstiegszeit	normal	5	3 8
	verlängert	1	2 3
		6	5

	Sokolow-Index		
	normal	vergrößert	
S.rel.	normal	4	2 6
	verkürzt	1	4 5
		5	6

Q.1	Sokolow-Index		
	normal vergrößert		
	normal	5	2
	vermindert	0	4
		5	6

Anspannungs- zeit	O U P - re.		
	normal verspätet		
	normal	4	0
	verlängert	6	1
		10	1

S.rel.	O U P - re.		
	normal verspätet		
	normal	6	0
	verkürzt	4	1
		10	1

Anspannungs- zeit	O U P - li.		
	normal verspätet		
	normal	1	2
	verlängert	6	2
		7	4

S.rel.	O U P - li.		
	normal verspätet		
	normal	4	3
	verkürzt	3	1
		7	4

Tab. 2e

Beziehungen zwischen den Befundmerkmalen der zeitlichen Herzdynamik und der elektrokardiographischen Parameter bei Vorhofseptumdefekt (11)

		Q R S - Dauer		
		normal	verlängert	
Anspannungszeit	normal	1	8	9
	verlängert	0	2	2
		1	10	

		Q R S - Dauer		
		normal	verlängert	
S.rel.	normal	1	8	9
	verkürzt	0	2	2
		1	10	

		Reindell-Index		
		normal	vergrößert	
Anspannungszeit	normal	8	1	9
	verlängert	1	1	2
		9	2	

		Reindell-Index		
		normal	vergrößert	
S.rel.	normal	9	2	11
	verkürzt	0	0	0
		9	2	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Anspannungszeit	normal	9	0	9
	verlängert	2	0	2
		11	0	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Umformungszeit	normal	7	0	7
	verlängert	4	0	4
		11	0	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Druckanstiegszeit	normal	11	0	11
	verlängert	0	0	0
		11	0	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
S.rel.	normal	9	0	9
	verkürzt	2	0	2
		11	0	

		Sokolow-Index	
		normal	vergrößert
Q.1	normal	8	0
	vermindert	3	0
		11	0

		O U P - re.	
		normal	verspätet
Anspannungs- zeit	normal	4	5
	verlängert	2	0
		6	5

		O U P - re.	
		normal	verspätet
S.rel.	normal	4	5
	verkürzt	2	0
		6	5

		O U P - li.	
		normal	verspätet
Anspannungs- zeit	normal	8	1
	verlängert	2	0
		10	1

		O U P - li.	
		normal	verspätet
S.rel.	normal	9	0
	verkürzt	1	1
		10	1

Tab. 2 f

Beziehungen zwischen den Befundmerkmalen der zeitlichen Herzdynamik und der elektrokardiographischen Parameter bei Kammerseptumdefekt (3)

		Q R S - Dauer		
		normal	verlängert	
Anspannungszeit	normal	0	2	2
	verlängert	0	1	1
		0	3	

		Q R S - Dauer		
		normal	verlängert	
S.rel.	normal	0	2	2
	verkürzt	0	1	1
		0	3	

		Reindell-Index		
		normal	vergrößert	
Anspannungszeit	normal	2	0	2
	verlängert	1	0	1
		3	0	

		Reindell-Index		
		normal	vergrößert	
S.rel.	normal	2	0	2
	verkürzt	1	0	1
		3	0	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Anspannungszeit	normal	2	0	2
	verlängert	1	0	1
		3	0	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Umformungszeit	normal	3	0	3
	verlängert	0	0	0
		3	0	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Druckanstiegszeit	normal	3	0	3
	verlängert	0	0	0
		3	0	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
S.rel.	normal	2	0	2
	verkürzt	1	0	1
		3	0	

Q.1	Sokolow-Index		
	normal vergrößert		
	normal	3	0
	vermindert	0	0
		3	0

Anspannungs- zeit	O U P - re.		
	normal verspätet		
	normal	2	0
	verlängert	0	1
		2	1

S.rel.	O U P - re.		
	normal verspätet		
	normal	1	0
	verkürzt	1	1
		2	1

Anspannungs- zeit	O U P - li.		
	normal verspätet		
	normal	2	0
	verlängert	1	0
		3	0

S.rel.	O U P - li.		
	normal verspätet		
	normal	2	0
	verkürzt	1	0
		3	0

Tab. 2 g

Beziehungen zwischen den Befundmerkmalen der zeitlichen Herzdynamik und der elektrokardiographischen Parameter bei allen untersuchten Mitralvitien (72)

Anspannungs- zeit	Q R S - Dauer		
	normal verlängert		
	normal	verlängert	
	16	22	38
	15	19	34
	31	41	

S.rel.	Q R S - Dauer		
	normal verlängert		
	normal	verlängert	
	28	26	54
	2	16	18
	30	42	

Anspannungs- zeit	Reindell-Index		
	normal vergrößert		
	normal	vergrößert	
	31	6	37
	31	2	33
	62	8	

S.rel.	Reindell-Index		
	normal vergrößert		
	normal	vergrößert	
	47	6	53
	15	2	17
	62	8	

Anspannungs- zeit	Sokolow-Index		
	normal vergrößert		
	normal	vergrößert	
	32	6	38
	24	10	34
	56	16	

Umformungs- zeit	Sokolow-Index		
	normal vergrößert		
	normal	vergrößert	
	48	11	59
	9	4	13
	57	15	

Druckan- stiegszeit	Sokolow-Index		
	normal vergrößert		
	normal	vergrößert	
	42	11	53
	15	4	19
	57	15	

S.rel.	Sokolow-Index		
	normal vergrößert		
	normal	vergrößert	
	46	7	53
	10	9	19
	56	16	

		Sokolow-Index	
		normal	vergrößert
Q.1	<u>normal</u>	39	6
	<u>vermindert</u>	17	10
		56	16

		O U P - re.	
		normal	verspätet
Anspannungs- zeit	<u>normal</u>	31	6
	<u>verlängert</u>	22	13
		53	19

		O U P - re.	
		normal	verspätet
S.rel.	<u>normal</u>	39	14
	<u>verkürzt</u>	13	6
		52	20

		O U P - li.	
		normal	verspätet
Anspannungs- zeit	<u>normal</u>	29	8
	<u>verlängert</u>	26	9
		55	17

		O U P - li.	
		normal	verspätet
S.rel.	<u>normal</u>	44	12
	<u>verkürzt</u>	11	5
		55	17

Tab. 2 II

Beziehungen zwischen den Befundmerkmalen der zeitlichen Herzdynamik und der elektrocardiographischen Parameter bei Vorhofseptum- und Kammerseptumdefekt (14)

		Q R S - Dauer		
		normal	verlängert	
Anspannungs- zeit	normal	1	10	11
	verlängert	0	3	3
		1	13	

		Q R S - Dauer		
		normal	verlängert	
S.rel.	normal	1	10	11
	verkürzt	0	3	3
		1	13	

		Reindell-Index		
		normal	vergrößert	
Anspannungs- zeit	normal	10	1	11
	verlängert	2	1	3
		12	2	

		Reindell-Index		
		normal	vergrößert	
S.rel.	normal	10	2	12
	verkürzt	1	0	1
		11	2	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Anspannungs- zeit	normal	11	0	11
	verlängert	3	0	3
		14	0	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Umformungs- zeit	normal	10	0	10
	verlängert	4	0	4
		14	0	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
Druckan- stiegszeit	normal	14	0	14
	verlängert	0	0	0
		14	0	

		Sokolow-Index		
		normal	vergrößert	
S.rel.	normal	11	0	11
	verkürzt	3	0	3
		14	0	

Q.1	Sokolow-Index		
	normal vergrößert		
	normal	11	0 11
	vermindert	3	0 3
		14	0

Anspannungs- zeit	O U P - re.		
	normal verspätet		
	normal	6	5 11
	verlängert	2	1 3
		8	6

S.rel.	O U P - re.		
	normal verspätet		
	normal	5	5 10
	verkürzt	3	1 4
		8	6

Anspannungs- zeit	O U P - li.		
	normal verspätet		
	normal	10	1 11
	verlängert	3	0 3
		13	1

S.rel.	O U P - li.		
	normal verspätet		
	normal	11	0 11
	verkürzt.	2	1 3
		13	1

2. Korrelatives Verhalten verschiedener Parameter aus beiden Meßprinzipien.

Zunächst wurden mittels des Vierfeldertestes (7) Befundmerkmale der zeitlichen Herzdynamik und verschiedener elektrokardiographischer Parameter auf ihr korrelatives Verhalten hin geprüft. Aus Tabelle 2a - h sind die Einzelfaktoren des Testes zu erkennen. Die Errechnung des Korrelationskoeffizienten nach der eingangs angegebenen Formel ergaben für die verschiedenen Herzfehler Korrelationskoeffizienten, die in sehr hohem Maße schwankten, jedoch zum Teil ziemlich weit von dem Koeffizienten $r = \pm 1$ entfernt waren. Geprüft wurden folgende Beziehungspaare:

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. QRS-Dauer | Anspannungszeit |
| 2. QRS-Dauer | S_{rel} |
| 3. Reindell-Index | Anspannungszeit |
| 4. Reindell-Index | S_{rel} |
| 5. Sokolow-Index | Anspannungszeit |
| 6. Sokolow-Index | Umformungszeit |
| 7. Sokolow-Index | Druckanstiegszeit |
| 8. Sokolow-Index | S_{rel} |
| 9. Sokolow-Index | Q_1 |
| 10. OUP_{re} | Anspannungszeit |
| 11. OUP_{re} | S_{rel} |
| 12. OUP_{li} | Anspannungszeit |
| 13. OUP_{li} | S_{rel} |

(Wenn, wie z.B. bei den Mitralinsuffizienzen, nur zwei der erwähnten Bezugspaare aufgeführt werden, so ist bei den übrigen ein Korrelationskoeffizient von $r = 0$ errechnet worden.)

Die Mitralstenosen (Tab. 3a)

Bei den Mitralstenosen ergaben sich die besten Korrelationskoeffizienten für die Bezugspaare QRS-Dauer zu S_{rel} mit $r = 0,47$, Sokolow-Index zu S_{rel} mit $r = 0,525$ und OUP_{li} zu Anspannungszeit mit $r = 0,42$. Die übrigen Werte liegen zum Teil beträchtlich darunter.

Die Mitralinsuffizienzen (Tab. 3b)

Hier wurden zweimal verhältnismäßig gute Korrelationskoeffizienten errechnet. Dies gilt besonders für die QRS-Dauer und die Anspannungszeit ($r = -0,409$) sowie für den rechts präkordialen oberen Umschlagpunkt und die Anspannungszeit ($r = 0,612$). Bei den übrigen Parametern dieses Kollektives ließen sich keine Korrelationen feststellen.

Die Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienz (Tab. 3c)

Bei allen Bezugspaaren dieser Patientengruppe liegt der Korrelationskoeffizient niedrig. Der niedrigste ergab sich für die Abhängigkeit des Sokolow-Index von der Anspannungszeit ($r = -0,00149$), der höchste für die Beziehung zwischen dem oberen Umschlagpunkt rechts präkordial und der Anspannungszeit ($r = 0,32$).

Die Mehrklappenfehler mit Überwiegen des Mitralfehlers (Tab. 3d)

Die Berechnung der Korrelationskoeffizienten dieser Gruppe brachte relativ interessante Ergebnisse. Für die Abhängigkeit des Sokolow-Index vom Quotienten S/A errechneten wir einen r-Wert von 0,8 für die Abhängigkeit des Reindell-Index von der frequenzbezogenen Austreibungszeit und der Anspannungszeit ein r von $-0,59$ bzw. $-0,522$. Auch die übrigen aufgezählten Korrelationskoeffizienten liegen verhältnismäßig dicht bei den hier aufgeführten Ergebnissen.

Der Vorhofseptumdefekt (Tab. 3e)

Nur bei sieben Bezugspaaren war der Vierfeldertest durchführbar. Die stärkste Abhängigkeit bestand zwischen der endgültigen Negativitätsbewegung links präkordial und der relativen Austreibungszeit ($r = 0,67$). Alle anderen Korrelate ergaben weit weniger gute Abhängigkeiten.

Der Kammerseptumdefekt (Tab. 3f)

Für das Verhalten des rechts präkordialen oberen Umschlagpunktes konnten gegenüber der Anspannungszeit und der relativen Austreibungszeit mit $r = 1,0$ bzw. $0,5$ gute Beziehungen gefunden werden. Die Aussagekraft wird aber dadurch gemindert, daß bei nur drei Untersuchungen das Ergebnis sehr unter dem Einfluß des Zufalls steht.

In den Tabellen 3g und 3h wurden sämtliche untersuchten Mitralvitien bzw. sämtliche untersuchten Vitien mit links-rechts-Shunt (ASD und VSD) zusammengefaßt dargestellt. Dies ergab jedoch keine wesentliche Änderung der anfangs getrennt berechneten Korrelationskoeffizienten.

Tab. 3 a:

Korrelationskoeffizienten der Abhängigkeit zwischen haemodynamischen und elektrokardiographischen Parametern bei Mitralstenosen (25)

QRS-Dauer	Anspannungszeit	-0,0385
QRS-Dauer	S _{rel}	0,47
Reindell-Index	Anspannungszeit	0,208
Reindell-Index	S _{rel}	0,396
Sokolow-Index	Anspannungszeit	0,285
Sokolow-Index	Umformungszeit	0,222
Sokolow-Index	Druckanstiegszeit	0,179
Sokolow-Index	S _{rel}	0,525
Sokolow-Index	Q ₁	0,362
OUP - re.	Anspannungszeit	0,144
OUP - re.	S _{rel}	-0,0312
OUP - li.	Anspannungszeit	0,42
OUP - li.	S _{rel}	0,327

Tab. 3 b:

Korrelationskoeffizienten der Abhängigkeit zwischen haemodynamischen und elektrokardiographischen Parametern bei Mitralinsuffizienzen (5)

QRS-Dauer	Anspannungszeit	-0,409
OUP-re.	Anspannungszeit	0,612

Tab. 3 c:

Korrelationskoeffizienten der Abhängigkeit zwischen haemodynamischen und elektrokardiographischen Parametern bei Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienzen (51)

QRS-Dauer	Anspannungszeit	-0,12
QRS-Dauer	S _{rel}	0,245
Reindell-Index	Anspannungszeit	-0,506
Reindell-Index	S _{rel}	0,0055
Sokolow-Index	Anspannungszeit	-0,00149

Sokolow-Index	Umformungszeit	0,126
Sokolow-Index	Druckanstiegszeit	-0,25
Sokolow-Index	S_{rel}	0,158
Sokolow-Index	Q_1	0,137
OUP - re.	Anspannungszeit	0,32
OUP - re.	S_{rel}	0,11
OUP - li.	Anspannungszeit	-0,0705
OUP - li.	S_{rel}	-0,0055

Tab. 3 d:

Korrelationskoeffizienten der Abhängigkeit zwischen haemodynamischen und elektrokardiographischen Parametern bei Mehrklappenfehlern mit Überwiegen des Mitralvitiums (11)

QRS-Dauer	Anspannungszeit	0,387
QRS-Dauer	S_{rel}	0,552
Reindell-Index	Anspannungszeit	-0,522
Reindell-Index	S_{rel}	-0,59
Sokolow-Index	Anspannungszeit	0,45
Sokolow-Index	Umformungszeit	0,288
Sokolow-Index	Druckanstiegszeit	0,258
Sokolow-Index	S_{rel}	0,466
Sokolow-Index	Q_1	0,8
OUP - re.	Anspannungszeit	0,241
OUP - re.	S_{rel}	0,349
OUP - li.	Anspannungszeit	-0,45
OUP - li.	S_{rel}	-0,237

Tab. 3 e:

Korrelationskoeffizienten der Abhängigkeit zwischen haemodynamischen und elektrokardiographischen Parametern bei Vorhofseptumdefekt (11)

QRS-Dauer	Anspannungszeit	0,149
QRS-Dauer	S_{rel}	0,149
Reindell-Index	Anspannungszeit	0,389

OUP - re.	Anspannungszeit	-0,432
OUP - re.	S _{rel}	-0,432
OUP - li.	Anspannungszeit	-0,149
OUP - li.	S _{rel}	0,67

Tab. 3 f:

Korrelationskoeffizienten der Abhängigkeit zwischen haemodynamischen und elektrokardiographischen Parametern bei Kammerseptumdefekt (3)

OUP - re.	Anspannungszeit	1,0
OUP - re.	S _{rel}	0,5

Tab. 3 g:

Korrelationskoeffizienten der Abhängigkeit zwischen haemodynamischen und elektrokardiographischen Parametern bei allen untersuchten Mitralvitien (72)

QRS-Dauer	Anspannungszeit	-0,0203
QRS-Dauer	S _{rel}	0,357
Reindell-Index	Anspannungszeit	-0,159
Reindell-Index	S _{rel}	0,006
Sokolow-Index	Anspannungszeit	0,146
Sokolow-Index	Umformungszeit	0,119
Sokolow-Index	Druckanstiegszeit	0,000324
Sokolow-Index	S _{rel}	0,362
Sokolow-Index	Q ₁	0,277
OUP - re.	Anspannungszeit	0,247
OUP - re.	S _{rel}	0,0509
OUP - li.	Anspannungszeit	0,0482
OUP - li.	S _{rel}	0,0989

Tab. 3 h:

Korrelationskoeffizienten der Abhängigkeit zwischen
haemodynamischen und elektrokardiographischen Parametern
bei Vorhofseptumdefekt und Kammerseptumdefekt (14)

QRS-Dauer	Anspannungszeit	0,1477
QRS-Dauer	S _{rel}	0,1477
Reindell-Index	Anspannungszeit	0,296
OUP - re.	Anspannungszeit	-0,1009
OUP - re.	S _{rel}	0,228
OUP - li.	Anspannungszeit	0,1456
OUP - li.	S _{rel}	0,532

3. Normale und pathologische Befunde bei den verschiedenen Herzfehlern.

Die Übersichtstabellen 4a - 4f zeigen, wie viele der insgesamt gemessenen elektrokardiographischen und haemodynamischen Parameter im Normbereich (normal) und wie viele außerhalb der Norm (verändert) liegen. Es zeigt sich, daß ein relativ hoher Anteil der Parameter im Normalbereich liegt, d.h. in jenem Bereich, der die physiologische Schwankungsbreite der Parameter umfaßt.

Die Mitralstenosen (Tab. 4a)

Die QRS-Dauer war 13 mal normal und 12 mal verlängert. Der einzige Parameter des Kollektivs, bei dem die pathologischen Befunde überwiegen, ist die Anspannungszeit. Sie lag 12 mal im Normbereich, aber 13 mal darüber. Der Quotient S/A war 15 mal normal und 10 mal vermindert. Bei den übrigen Parametern ist das Überwiegen der Werte, die im Normalbereich liegen noch augenscheinlicher. Der Reindell-Index z.B. lag 23 mal im Normalbereich und war nur 1 mal vermindert.

Die Mitralinsuffizienzen (Tab. 4b)

Bei diesem Vitium ließ sich für keinen der Meßwerte ein Überwiegen der pathologischen Befunde feststellen. Der Reindell- und Sokolow-Index war in keinem Fall pathologisch. Das gleiche gilt für den links präkordialen oberen Umschlagspunkt und die frequenzbezogene Austreibungszeit. Die Anspannungszeit war 3 mal normal und 2 mal verlängert. Ein Verhältnis von 4 : 1 zu Gunsten der Normalwerte ergab sich für die QRS-Dauer, den oberen Umschlagspunkt rechts präkordial, die Umformungszeit und den Quotienten S/A.

Die Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienz (Tab. 4c)

Ein eindeutiges Überwiegen der pathologischen Werte ließ sich für die QRS-Dauer feststellen, die bei 31 Untersuchungen 20 mal verlängert war. Beim Reindell- und Sokolow-Index wurden 4 bzw. 8 mal vergrößerte Werte gemessen. Die endgültigen Negativitätsbewegungen rechts und links präkordial waren jeweils 9 mal verspätet. Die Anspannungszeit war 19 mal

unverändert und 12 mal verlängert. Ähnliche oder gleiche Verhältnisse ergaben sich für die übrigen Parameter.

Die Mehrklappenfehler mit Überwiegen des Mitralvitiums (Tab.4d)

Die QRS-Dauer, der Sokolow-Index und die Anspannungszeit liegen vorwiegend außerhalb des Normalbereichs. Der obere Umschlagpunkt rechts präkordial und die Umformungszeit wurden dagegen nur jeweils 1 mal verspätet bzw. verlängert gefunden. Für die übrigen Parameter wurde ein Verhältnis ermittelt, das ein knappes Überwiegen der normalen Werte über die pathologischen anzeigt.

Der Vorhofseptumdefekt (Tab. 4e)

Wie bei den Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienz wurde auch beim Atriumseptumdefekt für die QRS-Dauer das auffallendste Ergebnis ermittelt. Sie war bei 11 Untersuchungen nur 1 mal normal und 10 mal verlängert. Für den oberen Umschlagpunkt links präkordial ergab sich das genau umgekehrte Verhältnis. Der Sokolow-Index und die Druckanstiegszeit waren in keinem Fall vergrößert bzw. verlängert. Auch bei den übrigen Parametern überwog eindeutig die Zahl der Normalwerte. Die Anspannungszeit und die frequenzbezogene Austreibungszeit lagen nur 2 mal außerhalb der Norm. Die Umformungszeit fanden wir 4 mal verlängert, den Quotienten S/A 3 mal vermindert.

Der Kammerseptumdefekt (Tab. 4f)

Auch bei diesem Vitium fällt die immer verlängerte QRS-Dauer auf. Umgekehrte Verhältnisse bot der Reindell- und Sokolow-Index, der obere Umschlagpunkt rechts präkordial, die Umformungszeit, die Druckanstiegszeit und der Quotient S/A. Bei diesen Parametern wurden nur normale Werte ermittelt. Die übrigen Meßergebnisse, der obere Umschlagpunkt rechts präkordial, die Anspannungszeit und die frequenzbezogene Austreibungszeit weisen ein Verhältnis von 2 : 1 zu Gunsten der Normalwerte auf.

Tab. 4a

Mitralstenosen (25)

	normal	verändert
QRS-Dauer	13	12
Reindell-Index	23	1
Sokolow-Index	23	2
OUP - re	17	8
OUP - li	21	4
A	12	13
S _{rel}	19	6
UZ	20	5
DAZ	19	6
Q ₁	15	10

Tab. 4b

Mitralinsuffizienzen (5)

	normal	verändert
QRS-Dauer	4	1
Reindell-Index	5	0
Sokolow-Index	5	0
OUP - re	4	1
OUP - li	5	0
A	3	2
S _{rel}	5	0
UZ	4	1
DAZ	5	0
Q ₁	4	1

Tab. 4c

Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienzen (31)

	normal	verändert
QRS-Dauer	11	20
Reindell-Index	27	4
Sokolow-Index	23	8
OUP - re	22	9
OUP - li	22	9
A	19	12
S _{rel}	24	7
UZ	25	6
DAZ	21	10
Q ₁	19	12

Tab. 4 d

Mehrklappenfehler mit Überwiegen des Mitralvitiums (11)

	normal	verändert
QRS-Dauer	3	8
Reindell-Index	7	3
Sokolow-Index	5	6
OUP - re	10	1
OUP - li	7	4
A	4	7
S _{rel}	6	5
UZ	10	1
DAZ	8	3
Q ₁	7	4

Tab. 4 e

Vorhofseptumdefekt (11)

	normal	verändert
QRS-Dauer	1	10
Reindell-Index	9	2
Sokolow-Index	11	0
OUP - re	6	5
OUP - li	10	1
A	9	2
S _{rel}	9	2
UZ	7	4
DAZ	11	0
Q ₁	8	3

Tab. 4 f

Kammerseptumdefekt (3)

	normal	verändert
QRS-Dauer	0	3
Reindell-Index	3	0
Sokolow-Index	3	0
OUP - re	2	1
OUP - li	3	0
A	2	1
S _{rel}	2	1
UZ	3	0
DAZ	3	0
Q ₁	3	0

4. Konkordantes und diskordantes Verhalten elektrokardiographischer und herzdynamischer Befunde.

In den Tabellen 5a - 5h wurde zusammengestellt, in welchen Fällen eine Änderung der haemodynamischen Parameter eine Änderung der elektrokardiographischen nach sich zog (Konkordanz) und in welchen Fällen die Änderung des einen Parameters den anderen unverändert ließ (Diskordanz). Mit 79 % überwiegt das konkordante Verhalten der zueinander in Relation gesetzten Parameter.

Die Mitralstenosen (Tab. 5a)

Bei diesem Vitium konnte nur bei dem Vergleich der Anspannungszeit mit der QRS-Dauer ein Überwiegen des diskordanten Verhältnisses festgestellt werden, und zwar mit einem Verhältnis von 13 : 12. Bei den Bezugsparen Anspannungszeit zu Sokolow-Index, Anspannungszeit zum oberen Umschlagspunkt rechts präkordial und frequenzbezogener Ausbreitungszeit zum oberen Umschlagspunkt rechts präkordial überwiegt das konkordante Verhalten wie 14 : 11. Für die übrigen Vergleiche ergibt sich ein noch stärkeres Überwiegen der Konkordanz. Von 25 Untersuchungen zeigen hier durchschnittlich 16 ein konkordantes Verhalten.

Die Mitralinsuffizienzen (Tab. 5b)

Auch bei den Mitralinsuffizienzen überwiegt das diskordante Verhalten nur bei dem Bezugspaar Anspannungszeit zu QRS-Dauer. Die restlichen Vergleiche zeigen ein Überwiegen der Konkordanz von durchschnittlich 4 : 1.

Die Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienz (Tab. 5c)

Bei den 13 Vergleichen wurde dreimal ein Überwiegen des diskordanten Verhaltens festgestellt. Unter 31 Untersuchungen zeigten das Bezugspaar Anspannungszeit zu QRS-Dauer 18 mal ein diskordantes Verhalten, Anspannungszeit zu Reindell-Index und Druckanstiegszeit zu Sokolow-Index jeweils 16 mal. Ein sehr stabiles Verhältnis zu Gunsten der Konkordanz zeigt der Vergleich von frequenzbezogener Ausbreitungszeit mit dem Reindell-Index. In 23 von 31 Fällen wurde hier ein konkordantes Verhalten gefunden.

Die Mehrklappenfehler mit Überwiegen des Mitralvitiums (Tab. 5d)
5 mal fanden wir hier ein Überwiegen der Konkordanz, und zwar bei den Vergleichen Anspannungszeit mit Reindell-Index (8 : 2), Anspannungszeit mit dem oberen Umschlagspunkt links präkordial (8 : 3) und frequenzbezogener Austreibungszeit mit dem oberen Umschlagspunkt links präkordial (6 : 5). Ein Verhältnis von 8 : 3 zu Gunsten des konkordanten Verhaltens zeigen die Bezugspaare Anspannungszeit zu QRS-Dauer, frequenzbezogene Austreibungszeit zu QRS-Dauer, Anspannungszeit zu Sokolow-Index und frequenzbezogene Austreibungszeit zu Sokolow-Index. 7 mal fand sich ein konkordantes Verhalten bei den Vergleichen Druckanstiegszeit mit Sokolow-Index, frequenzbezogene Austreibungszeit mit dem oberen Umschlagspunkt rechts präkordial und 6 mal beim Vergleich Umformungszeit mit Sokolow-Index.

Der Vorhofseptumdefekt (Tab. 5e)

Mit einem Verhältnis von 11 : 0 zu Gunsten der Konkordanz ergibt sich für den Vergleich Druckanstiegszeit mit Sokolow-Index das beste Ergebnis. Es folgen mit 10 : 1 der Vergleich frequenzbezogene Austreibungszeit mit dem oberen Umschlagspunkt links präkordial und mit 9 : 2 die Bezugspaare Anspannungszeit zu Reindell-Index, frequenzbezogene Austreibungszeit zu Reindell-Index, Anspannungszeit zu Sokolow-Index und frequenzbezogene Austreibungszeit zu Sokolow-Index. 4 mal findet man ein Überwiegen des diskordanten Verhaltens.

Der Ventrikelseptumdefekt (Tab. 5f)

Zwei Bezugspaare zeigen ein Überwiegen des diskordanten Verhaltens. Es sind dies wieder Anspannungszeit zu QRS-Dauer und frequenzbezogene Austreibungszeit zu QRS-Dauer. Bei den restlichen Vergleichen überwiegt die Konkordanz 4 mal im Verhältnis von 3 : 0 und 7 mal im Verhältnis von 2 : 1.

In den Tabellen 5g und 5h wurden die untersuchten Mitralvitien bzw. die untersuchten Vitien mit links-rechts-Shunt (ASD, VSD) zusammengefaßt. Auch hier ergab sich keine wesentliche Verschiebung zu Gunsten der Konkordanz oder Diskordanz.

Tab. 5a

Mitralstenosen (25)

	konkordant	diskordant
Anspannungszeit - QRS-Dauer	12	13
S _{rel} - QRS-Dauer	16	9
Anspannungszeit - Reindell-Index	13	11
S _{rel} - Reindell-Index	19	5
Anspannungszeit - Sokolow-Index	14	11
Umformungszeit - Sokolow-Index	20	5
Druckanstiegszeit - Sokolow-Index	19	6
S _{rel} - Sokolow-Index	21	4
Q ₁ - Sokolow-Index	17	8
Anspannungszeit - OUP re	14	11
S _{rel} - OUP re	14	11
Anspannungszeit - OUP li	16	9
S _{rel} - OUP li	20	5

Tab. 5b

Mitralinsuffizienzen (5)

	konkordant	diskordant
Anspannungszeit - QRS-Dauer	2	3
S _{rel} - QRS-Dauer	4	1
Anspannungszeit - Reindell-Index	3	2
S _{rel} - Reindell-Index	5	0
Anspannungszeit - Sokolow-Index	3	2
Umformungszeit - Sokolow-Index	4	1
Druckanstiegszeit - Sokolow-Index	5	0
S _{rel} - Sokolow-Index	5	0
Q ₁ - Sokolow-Index	4	1
Anspannungszeit - OUP re	4	1
S _{rel} - OUP re	4	1
Anspannungszeit - OUP li	3	2
S _{rel} - OUP li	5	0

Tab. 5c

Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienzen (31)

	konkordant	diskordant
Anspannungszeit - QRS-Dauer	13	18
S _{rel} - QRS-Dauer	16	15
Anspannungszeit - Reindell-Index	15	16
S _{rel} - Reindell-Index	23	8
Anspannungszeit - Sokolow-Index	17	14
Umformungszeit - Sokolow-Index	22	9
Druckanstiegszeit - Sokolow-Index	15	16
S _{rel} - Sokolow-Index	21	10
Q ₁ - Sokolow-Index	19	12
Anspannungszeit - OUP re	21	10
S _{rel} - OUP re	20	11
Anspannungszeit - OUP li	16	15
S _{rel} - OUP li	19	12

Tab. 5d

Mehrklappenfehler mit Überwiegen des Mitralvitiums (11)

	konkordant	diskordant
Anspannungszeit - QRS-Dauer	8	3
S _{rel} - QRS-Dauer	8	3
Anspannungszeit - Reindell-Index	2	8
S _{rel} - Reindell-Index	2	8
Anspannungszeit - Sokolow-Index	8	3
Umformungszeit - Sokolow-Index	6	5
Druckanstiegszeit - Sokolow-Index	7	4
S _{rel} - Sokolow-Index	8	3
Q ₁ - Sokolow-Index	9	2
Anspannungszeit - OUP re	5	6
S _{rel} - OUP re	7	4
Anspannungszeit - OUP li	3	8
S _{rel} - OUP li	5	6

Tab 5e

Vorhofseptumdefekt (11)

	konkordant	diskordant
Anspannungszeit - QRS-Dauer	3	8
S _{rel} - QRS-Dauer	3	8
Anspannungszeit - Reindell-Index	9	2
S _{rel} - Reindell-Index	9	2
Anspannungszeit - Sokolow-Index	9	2
Umformungszeit - Sokolow-Index	7	4
Druckanstiegszeit - Sokolow-Index	11	0
S _{rel} - Sokolow-Index	9	2
Q ₁ - Sokolow-Index	8	3
Anspannungszeit - OUP re	4	7
S _{rel} - OUP re	4	7
Anspannungszeit - OUP li	8	3
S _{rel} - OUP li	10	1

Tab. 5f

Kammerseptumdefekt (3)

	konkordant	diskordant
Anspannungszeit - QRS-Dauer	1	2
S _{rel} - QRS-Dauer	1	2
Anspannungszeit - Reindell-Index	2	1
S _{rel} - Reindell-Index	2	1
Anspannungszeit - Sokolow-Index	3	0
Umformungszeit - Sokolow-Index	3	0
Druckanstiegszeit - Sokolow-Index	2	1
S _{rel} - Sokolow-Index	3	0
Q ₁ - Sokolow-Index	3	0
Anspannungszeit - OUP re	2	1
S _{rel} - OUP re	2	1
Anspannungszeit - OUP li	2	1
S _{rel} - OUP li	-	-

Tab. 5g

bei allen untersuchten Mitralvitien (72)

	konkordant	diskordant
Anspannungszeit - QRS-Dauer	35	37
S _{rel} - QRS-Dauer	44	28
Anspannungszeit - Reindell-Index	33	37
S _{rel} - Reindell-Index	49	21
Anspannungszeit - Sokolow-Index	42	30
Umformungszeit - Sokolow-Index	52	20
Druckanstiegszeit - Sokolow-Index	46	26
S _{rel} - Sokolow-Index	55	17
Q ₁ - Sokolow-Index	49	23
Anspannungszeit - OUP re	44	28
S _{rel} - OUP re	45	27
Anspannungszeit - OUP li	38	34
S _{rel} - OUP li	49	23

Tab. 5h

Vorhofseptumdefekt und Kammerseptumdefekt (14)

	konkordant	diskordant
Anspannungszeit - QRS-Dauer	4	10
S _{rel} - QRS-Dauer	4	10
Anspannungszeit - Reindell-Index	11	3
S _{rel} - Reindell-Index	10	3
Anspannungszeit - Sokolow-Index	11	3
Umformungszeit - Sokolow-Index	10	4
Druckanstiegszeit - Sokolow-Index	14	0
S _{rel} - Sokolow-Index	11	3
Q ₁ - Sokolow-Index	11	3
Anspannungszeit - OUP re	7	7
S _{rel} - OUP re	6	8
Anspannungszeit - OUP li	10	4
S _{rel} - OUP li	12	2

5. Korrelatives Verhalten der Einzelbefunde aus beiden Meßprinzipien.

In den Abbildungen 1 - 9 sind einige haemodynamische und elektrokardiographische Befundmerkmale graphisch zueinander in Relation gesetzt worden. Auf der Ordinate wurden die elektrokardiographischen Werte aufgetragen, auf der Abszisse die haemodynamischen. Die in den graphischen Darstellungen eingezeichneten Bezirke umgrenzen das Normalkollektiv (13).

Der höchste für die QT-Dauer ermittelte Wert fand sich mit 122 % bei den Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienz, der niedrigste bei den reinen Mitralstenosen mit 85 %. Die kürzeste Austreibungszeit fand sich wieder bei den Mitralstenosen mit 48 %, die längste bei den Mehrklappenfehlern mit Überwiegen des Mitralvitiums mit 115 %. Eine sichere gegenseitige Abhängigkeit läßt sich nicht erkennen. 40,4 % der insgesamt ermittelten Parameter liegen im Bereich der Herzgesunden. Den relativ höchsten Anteil, was ihre Gesamtzahl betrifft, stellen dabei die Mitralinsuffizienzen.

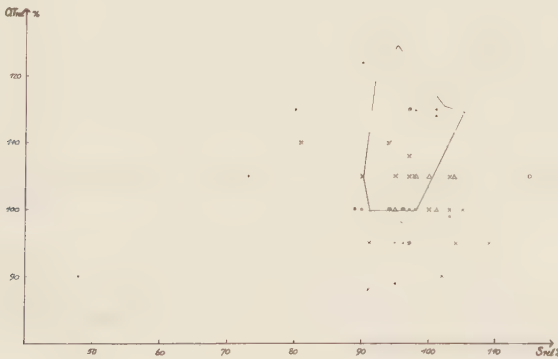


Abb. 1

Beziehung zwischen frequenzbezogener QT-Dauer und frequenzbezogener Austreibungszeit bei sämtlichen untersuchten Mitralvitien. (Mitralstenosen • , Mitralinsuffizienzen Δ , Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienz x , Mehrklappenfehler mit Überwiegen des Mitralvitiums o .)

Auch zwischen dem Winkel α , den die Herzachse mit der Horizontalen bildet und der Anspannungszeit, finden sich keine strengen numerischen Korrelationen (Abb. 2). Es fällt jedoch auf, daß die Mitralstenosen meist mit einem "steilen" Winkel α und längeren, oft deutlich verlängerten Anspannungszeiten einhergehen. 32,8 % der ermittelten Parameter liegen im Gebiet der Herzgesunden. Die Extremwerte für den Winkel α stellen die Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienz und die Mitralinsuffizienzen mit 105° bzw. 4° . Den Mindestwert für die Anspannungszeit findet man wieder bei den Mitralstenosen kombiniert mit Mitralinsuffizienz bei 56 msec. Die längste Anspannungszeit beträgt 146 msec und wurde bei den Mehrklappengehlern ge-

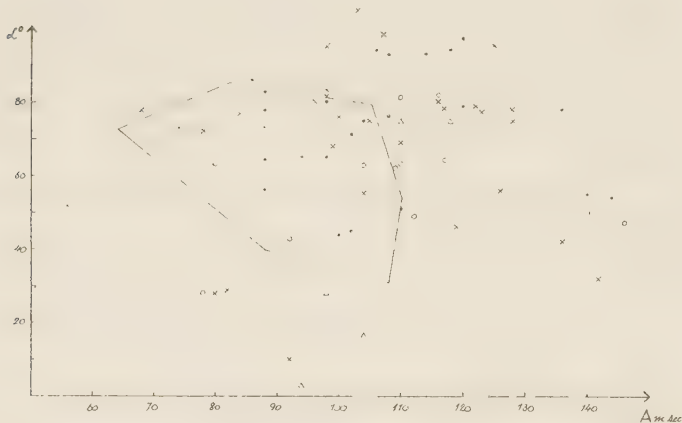


Abb. 2

Korrelation zwischen dem Winkel α und der Anspannungszeit bei den einzelnen Mitralvitien.

(Zeichenerklärung s. Abb. 1)

In Abbildung 3 ist der Winkel α in Abhängigkeit von der frequenzbezogenen Austreibungszeit bei den untersuchten Mitralvitien graphisch dargestellt. Besonders für die kombinierten Mitralfehler und für die Mehrklappenfehler läßt sich mit zunehmender Linksdrehung der Herzachse die Tendenz einer Zunahme der Austreibungszeit erkennen. 30 % der Einzelbefunde fallen in das Areal der Herzgesunden.

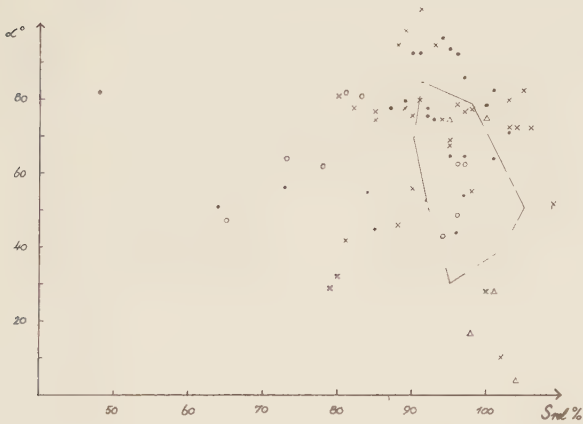


Abb. 3

Korrelationen zwischen Winkel α und der frequenzbezogenen Austreibungszeit.

(Zeichenerklärung s. Abb.1)

In Abbildung 4 sind die Beziehungen zwischen der frequenzbezogenen QT-Dauer und der frequenzbezogenen Austreibungszeit beim Vorhof- und Kammerseptumdefekt dargestellt. 46 % der Befunde liegen im Bereich der Herzgesunden. Die Anzahl der Einzelbefunde ist zu gering, um daraus die Tendenz einer Abhängigkeit abzuleiten.

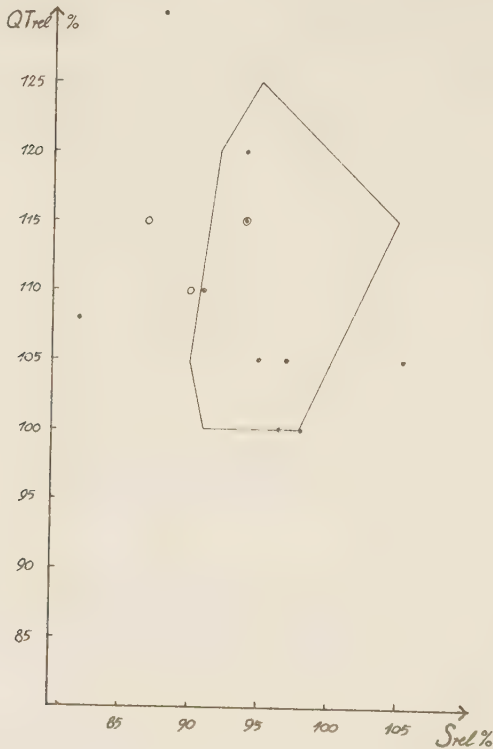


Abb. 4

Beziehungen zwischen frequenzbezogener Austreibungszeit und QT-Dauer beim Vorhof- und Kammerseptumdefekt.

(Vorhofseptumdefekt ● , Kammerseptumdefekt ○ .)

In Abbildung 5 ist auf der Abszisse die Anspannungszeit, auf der Ordinate der Winkel α aufgetragen. 29 % der ermittelten Parameter befinden sich im Gebiet der Herzgesunden. Es handelt sich dabei ausschließlich um die Meßwerte des Vorhofseptumdefektes. Die Mehrzahl der Werte für den Winkel α liegen zwischen $+30^\circ$ und $+60^\circ$, und gehören damit dem Normaltyp an. Nur 3 Werte gehören zum Linkstyp, 1 Wert zum Steiltyp und 1 Wert zum Rechtstyp. Die Werte der Anspannungszeit schwanken zwischen 72 msec und 114 msec. Die große Streuung läßt keine Tendenzanalyse zu.

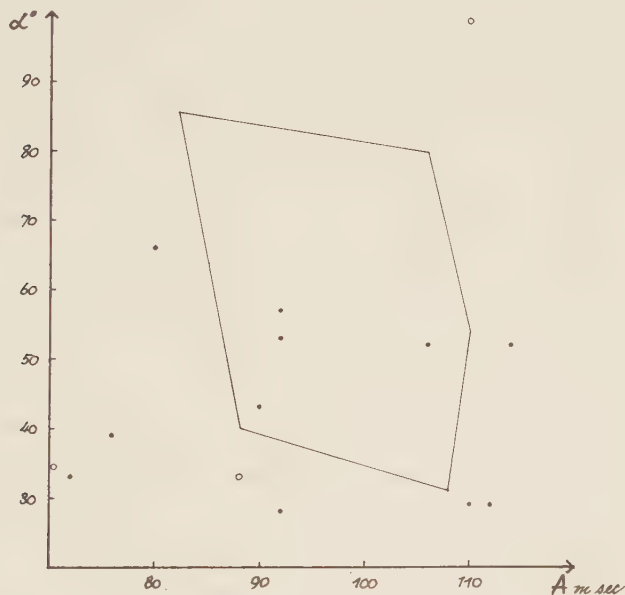


Abb. 5

Beziehung zwischen Winkel α und der Anspannungszeit bei Vorhof- und Kammerseptumdefekt.

(Zeichenerklärung s. Abb. 4)

Auch die Prüfung der Korrelationen zwischen Winkel α und der frequenzbezogenen Austreibungszeit bei Vorhof- und Kammerseptumdefekt leidet unter der großen Streuung und der geringen Anzahl der Fälle. Von 13 Einzelbefunden liegen 4 innerhalb des Bereiches der Herzgesunden.

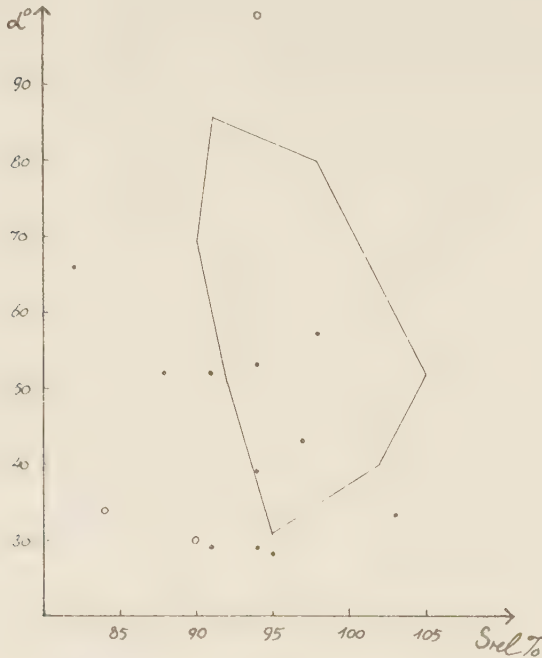


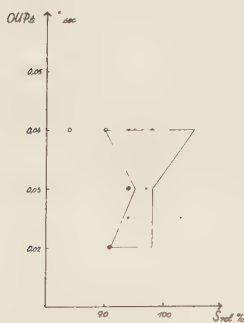
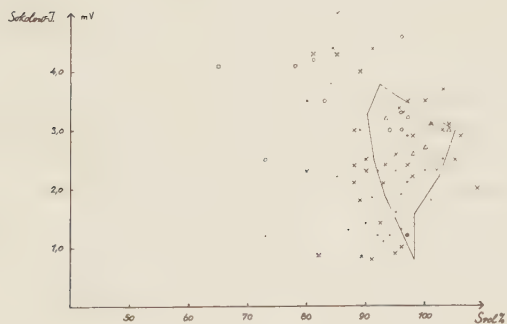
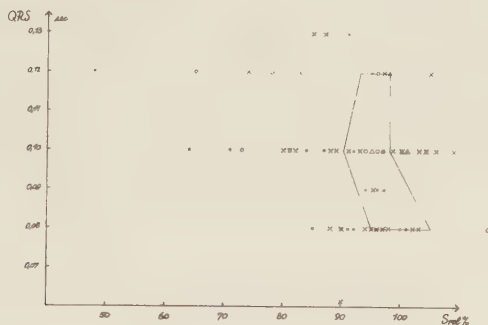
Abb. 6

korrelatives Verhalten der frequenzbezogenen Austreibungszeit und des Winkels α bei Patienten mit Vorhof- und Kammerseptumdefekt.

(Zeichenerklärung s. Abb. 4)

Für die Untersuchung der gegenseitigen Abhängigkeit von QRS-Dauer (Abb. 7), Sokolow-Index (Abb. 8) und links präkordialem oberen Umschlagpunkt (Abb. 9) auf der einen und der frequenz-bezogenen Austreibungszeit auf der anderen Seite gilt das gleiche. Eine sicher Tendenz läßt sich nicht erkennen.

(Zeichenerklärung für Abb. 7 und Abb. 8 s. Abb. 1 und für Abb. 9 s. Abb. 4)



Diskussion

Die zeitliche Herzdynamik, die aus der synoptischen Betrachtung von Elektrokardiogramm, Herzschall und Carotispulskurve bestimmt wird, gibt in erster Linie Einblick in die Verhältnisse der Haemodynamik des linken Herzens. Es ist daher bei Herzfehlern mit vorwiegender Belastung des rechten Herzens nicht von vornherein zu erwarten, daß die Dynamik des linken Herzens verändert sein muß. Es ist aber bekannt, daß eine länger andauernde Veränderung der haemodynamik des linken Herzens schließlich auch zu einer Störung der rechtsventrikularen Herzdynamik führt. BLUMBERGER (1) konnte am Beispiel des chronischen Cor pulmonale, das ja in erster Linie die Haemodynamik des rechten Herzens ändert, nachweisen, daß es bei primärer Schädigung des rechten Herzens umgekehrt auch zu Anpassungsvorgängen auf der linken Seite kommen kann, die sich in erster Linie in veränderten zeitlichen Werten der Dynamik äußern.

Bei der Mitralstenose bestimmt der Grad der Klappenverengung einerseits die Höhe des Druckes im linken Vorhof, andererseits die Änderung der Dynamik des gesamten Herzens. Die zur Hypertrophie und Leistungssteigerung wenig begabte Vorhofmuskulatur vermag nicht viel zur Überwindung der Klappenenge beizutragen. Es resultiert eine Stauung im kleinen Kreislauf und schließlich eine Druckbelastung der rechten Kammer, die eine Hypertrophie derselben hervorruft. Anspannungszeit und Austreibungszeit des linken Herzens ändern sich bei der Mitralstenose nur dann wesentlich, wenn sie schwer dekompensiert ist oder eine Arrhythmie eintritt. Besonders die Arrhythmie infolge eines Vorhofflimmerns führt durch die fehlende Vorhofkontraktion zu einer Störung der Herzmechanik, die zu verlängerten Anspannungszeiten und verkürzten Austreibungszeiten führt (20). Dagegen stellt die Umformungszeit, eine Teilphase der Anspannungszeit, einen recht wertvollen Gradmesser der Mitralstenose dar. Eine korrelative Beziehung zwischen der Umformungszeit einerseits und EKG-Symptomen andererseits, die auf den Schweregrad der Mitralstenose schließen lassen, bestanden in unseren Untersuchungen aber nicht. Es muß an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen werden, daß die zeitliche Herzdynamik den Vorteil hat, eine sehr empfindliche

Methode zu sein, die alle pathophysiologicalen Veränderungen, auch wenn sie nur kurzfristig zu einer Änderung der Dynamik geführt haben, erkennen läßt. Diese Sensibilität hat zweifellos aber auch den Nachteil, daß durch diese Methode nicht nur die typische Haemodynamik eines Vitiums aufgezeichnet wird, sondern daß auch andere Faktoren aktiv Einfluß nehmen können. Im Gegensatz hierzu ist das Elektrokardiogramm solchen Einflüssen zwar weniger stark unterworfen, hat aber unter anderem auch den Nachteil, daß es die durch Herzklappenfehler bedingte Haemodynamik erst relativ spät erkennen läßt, nämlich erst dann, wenn der Herzfehler zu einer Volumen- oder Druckhypertrophie geführt hat. Ein Grund für strenge Korrelationen zwischen dem Elektrokardiogramm und der zeitlichen Herzdynamik, die ja nach unserer Methode Ausdruck der Dynamik des linken Herzens ist, besteht zumindest für die Mitralstenose nicht.

Bei der Mitralinsuffizienz dagegen ist der linke Ventrikel, um das körperwirksame Schlagvolumen zu leisten, dadurch in Mitleidenschaft gezogen, daß er dazu gezwungen wird, die wirkliche Auswurfmenge um das Pendelblut zu vermehren. Durch das Pendelblut kommt es also nicht nur zu einer Belastung des linken Vorhofes, sondern auch zu einer Volumenbelastung der linken Kammer. Die dadurch sich entwickelnde Hypertrophie befähigt die linke Kammer bis zu einem gewissen Zeitpunkt den Druckanstieg zu beschleunigen (6), sodaß trotz der komplizierten pathologischen haemodynamischen Vorgänge im allgemeinen normale Anspannungs- und Austreibungszeiten bei der Mitralinsuffizienz gefunden werden (21). So ist es nicht verwunderlich, daß bei unseren fünf Patienten mit einer Mitralinsuffizienz die Anspannungszeiten normal waren. Auch für eine Veränderung einer Teilphase der Anspannungszeit, der Umformungs- oder Druckanstiegszeit, besteht aufgrund der Haemodynamik kein Anlaß. Dies gilt jedenfalls solange, als der Herzmuskel noch keine Störung der Kontraktilität erfahren hat. So kommt es vor, daß uns unter Umständen das Elektrokardiogramm früher auf die veränderte Haemodynamik der Mitralinsuffizienz hinweisen kann als die verschiedenen Kontraktionszeiten. Unsere fünf Patienten mit Mitralinsuffizienzen waren gut kompensiert und standen im Schweregrad 1 bis 2. Es ist daher verständlich, daß wir pathologische

Befunde sowohl für das eine als auch das andere Meßprinzip nur in Ausnahmefällen fanden.

Beim kombinierten Mitralklappenfehler sind selbstverständlich die Verhältnisse, welche auf die Dynamik des Herzens Einfluß gewinnen, um vieles komplizierter und im einzelnen wie im gesamten schwieriger zu übersehen. Dort aber, wo der eine oder andere Fehler überwiegt, wird er die Spielregeln - so BLUMBERGER und Mitarbeiter (3) - der Dynamik in einem hohen Grade oder ausschließlich beherrschen. Wenn die Insuffizienz beträchtlich ist, so wird sie immer das Übergewicht in der Gestaltung der dynamischen Vorgänge haben. Bei unseren Patienten des Kollektives: Mitralklappenstenosen kombiniert mit Mitralklappeninsuffizienzen war der Schweregrad der Mitralklappeninsuffizienz im Durchschnitt fortgeschrittener. Daher ist es auch verständlich, daß wir einmal sowohl für die Parameter der zeitlichen Herzdynamik als auch für die Parameter, die wir aus dem Elektrokardiogramm gewinnen konnten, häufiger pathologische Befunde ermittelten. Das Verhalten von herzdynamischen Zeitwerten und Befunden, die aus dem Elektrokardiogramm gewonnen wurden, verläuft in einem relativ hohem Maße konkordant, sodaß wir aus beiden Untersuchungsmethoden die gleiche Tendenz ableiten können.

Beim Vorhofseptumdefekt kommt es zu einer Volumenbelastung des rechten Vorhofes, des rechten Ventrikels und des kleinen Kreislaufes. Der linke Ventrikel wird von dieser haemodynamischen Umstellung nicht berührt, da schon vom linken Vorhof aus, also noch vor der Mitralklappe, das Blut, dem Druckgefälle entsprechend, zum rechten Vorhof hin abfließt. Es waren also weder Befunde zu erwarten, die auf eine Störung der linksventrikulären Mechanik, noch EKG-Veränderungen, die eine Linksbelastung hatten nachweisen können. Verändert fanden wir daher nur Kurvenabschnitte im Elektrokardiogramm, die auf eine Rechtsverspätung hindeuteten oder haemodynamische Zeitwerte, die in erster Linie einen Hinweis für die Asynchronität der Aktion beider Ventrikel darstellen. Die Anzahl der Patienten mit einem reinen Ventrikelseptumdefekt war leider zu gering, um gültige Aussagen über das korrelative Verhalten beider Meßprinzipien machen zu können.

Wir können feststellen, daß Korrelationen zwischen der zeitlichen Herzdynamik und zwischen Parametern, die aus dem Elektrokardiogramm gewonnen werden, nur dann bestehen, wenn die veränderte Haemodynamik in erster Linie das linke Herz betrifft. Dies ist damit zu erklären, daß uns die zeitliche Herzdynamik primär nur über das linke Herz Auskunft geben kann. Die im allgemeinen häufiger pathologisch veränderten Befunde der Herzmechanik sprechen für die größere Empfindlichkeit dieser Methode. Wir werden also mit der einen Methode die beginnende Störung der Kontraktilität und der Mechanik erfassen können, mit der anderen den Zeitpunkt, zu dem sich pathophysiologische haemodynamische Vorgänge als Hypertropnizeichen im Elektrokardiogramm manifestieren.

Zusammenfassung

An 49 Patienten mit einem Mitralklappenfehler oder einem Herzfehler mit links-rechts-Shunt wurden insgesamt 86 Untersuchungen des Elektrokardiogramms und der zeitlichen Herzdynamik durchgeführt. Es konnte folgendes festgestellt werden:

1. Eine gegenseitige Abhängigkeit beider Meßprinzipien besteht nur dann, wenn bei den untersuchten Herzfehlern in erster Linie das linke Herz betroffen ist. Dies wird damit erklärt, daß die zeitliche Herzdynamik, gewonnen aus der Synopsis von Elektrokardiogramm, Phonokardiogramm und Carotispulskurve, in erster Linie die Verhältnisse im linken Herzen widerspiegelt. Von unseren geprüften Herzfehlern konnten also nur bei der Mitralinsuffizienz und bei den mit der Mitralinsuffizienz kombinierten Herzfehlern eine Abhängigkeit nachgewiesen werden.
2. Bei den Herzfehlern, die in erster Linie die Dynamik des rechten Herzens stören (Mitralstenosen), kommt es nur dann, neben Veränderungen im Elektrokardiogramm, auch zu Veränderungen der zeitlichen Herzdynamik, wenn es durch die asynchrone Herzmechanik zu einer Störung der Kontraktilität des linken Ventrikels gekommen ist.

LITERATURVERZEICHNIS

1. BLUMBERGER, K.J.: Die Herzdynamik bei erworbenen Klappenfehlern.
Verh. dtsh. Ges. Kreisl.-Forsch. 20, 43 (1954)
2. BLUMBERGER, K.J.: Die Wirkungen des peripheren Kreislaufs auf die zeitliche Dynamik des Herzens beim Menschen.
Verh. dtsh. Ges. Kreisl.-Forsch. 22, 79 (1956)
3. BLUMBERGER, K.J., O. EICHINGER, G. KEMMERER, S. MEINERS und L. WALZ: Die Veränderungen der Herzdynamik bei den Mitralklappenfehlern.
Z. Kreisl.-Forsch. 45, 17 (1956)
4. CABRERA, E.C., J.R. MONROY: Systolic and diastolic loading of the heart.
Amer. Heart J. 43, 661 (1952)
5. DUNGERN, M.v.: Über reaktive Änderungen der relativen Anspannungszeit, Austreibungszeit, Systolen- und QT-Dauer.
Arch. Kreisl.-Forsch. 8, 52 (1941)
6. EDENS, E.: Die Krankheiten des Herzens und der großen Gefäße.
Berlin: Springer 1929
7. FREUDENBERG, K.: Grundriß der medizinischen Statistik.
Stuttgart: Schattauer 1962
8. HEGGLIN, R., M. HOLZMANN: Die klinische Bedeutung der verlängerten QT-Distanz (Systolendauer) im Elektrokardiogramm.
Z. klin. Med. 132, 5 (1937)

9. HOLLDACK, K.: Die Phonokardiographie, ihre Bedeutung für die sinnesphysiologischen Grundlagen der Herzauskultation und ihre diagnostische Verwendung. *Ergebn. inn. Med.* 3, 407 (1952)
10. KORTH, C.W., J. SCHMIDT: Herzhypertrophie und Elektrokardiogramm. *Münch. med. Wschr.* 101, 653 (1959)
11. LANG, E.F.: Korrelationen zwischen Zeitwerten der Herzdynamik und den Kreislaufzeiten. *Z. Kreisl.-Forsch.* 54, 500 (1965)
12. MAAS, H.: Über ein Verfahren zur Messung der Anspannungs- und Austreibungszeit beim Menschen. *Z. Kreisl.-Forsch.* 38, 228 (1949)
13. NIERMANN, H.J.: Das Elektrokardiogramm und die zeitliche Herzdynamik bei Herzfehlern mit überwiegender Belastung des linken Herzens. Inauguraldissertation Erlangen 1968
14. REINDELL, H., H. KIEPZIG: Untersuchungen über die Anspannungs- und Austreibungszeit des Herzens bei Herzmuskelschädigung und bei veränderter Kreislaufregulation. *Z. Kreisl.-Forsch.* 38, 129 (1949)
15. SCHMIDT, J.: Hämodynamik und Elektrokardiogramm. München: Urban & Schwarzenberg 1961
16. SCHOLMERICH, P.: Klinik der akuten und chronischen Herzinsuffizienz. Tagung der Gesellschaft für Kreislaufforschung. Bad Nauheim 1968

17. SO, C.S.: Die Bedeutung des Elektrokardiogramms für die Beurteilung von Herzfehlern.
Med. Klinik 62, 1396 (1967)
18. WEBER, A., K.J. BLUMBERGER: 1. Freiburger Kolloquium,
Dr.E. Banaschewski, München-Gräfelfing 1958
19. WEISSLER, A.M.: Systolic time intervals in heart failure in man.
Circulation 37, 149 (1968)
20. WEITZ, W.: Über die Dauer der einzelnen Phasen der Herzrevolution.
Dtsch. Arch. klin. Med. 127, 325 (1918)
21. WIGGERS, C.J.: Modern aspects of the circulation in health and disease.
Philadelphia, New York: 1923

An dieser Stelle danke ich Herrn Dr. med. Erich Lang für die Überlassung des Themas und für die zahlreichen Anregungen und Hinweise zur Bearbeitung der Fragestellung und Ausgestaltung der Dissertation.

Danken möchte ich auch Herrn Prof. Dr. med. C. Korth für die bereitwillige Übernahme des Referates.

Lebenslauf

Am 7.12.1941 wurde ich als Sohn des damaligen Oberstabsarztes Dr. med. Klaus Sipli und seiner Ehefrau Antonie, geborene Spielberger in Königsberg, Ostpreußen geboren. Seit der Flucht aus Königsberg über Zichenau, Schwerin a.d. Warthe und Pritzwalk wohnte ich in Schramberg, Schwarzwald. Dort besuchte ich die Volksschule und anschließend das Gymnasium, an dem ich am 1.3.1961 das Abitur bestand. Danach meldete ich mich als vorzeitig Dienender zur Bundeswehr, um meinen Grundwehrdienst abzuleisten. Aus der Bundeswehr wurde ich am 30.9.1962 als Fähnrich d.R. entlassen. Anschließend begann ich an der Universität Würzburg im WS 1962/63 das Medizinstudium. Im WS 1963/64 legte ich dort die naturwissenschaftliche Vorprüfung und im WS 1965/66 die ärztliche Vorprüfung ab. Im SS 1966 studierte ich an der Universität Wien, seit dem WS 1966/67 an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
